

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 28 829.1

**Anmeldetag:** 27. Juni 2002

**Anmelder/Inhaber:** Siemens Aktiengesellschaft, München/DE

**Bezeichnung:** Verbindungsvorrichtung zur Lagefixierung  
einer Gradientenspulenbaugruppe eines  
Kernspintomographen

**IPC:** G 01 R 33/38

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 1. April 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident

Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Faust'.

Faust

## Beschreibung

Verbindungsvorrichtung zur Lagefixierung einer  
Gradientenspulenbaugruppe eines Kernspintomographen

5

Die vorliegende Erfindung betrifft eine  
Verbindungsvorrichtung zur Lagefixierung einer  
Gradientenspulenbaugruppe in einer Grundfeldmagnetbaugruppe  
eines Kernspintomographen. Die Erfindung bezieht sich auch  
10 auf Vorrichtungen mit Komponenten, die den genannten  
vergleichbar sind. Beispielsweise ist die Erfindung auch  
prinzipiell anwendbar, wenn es sich bei einer  
Gradientenspulenbaugruppe um eine Baugruppe handelt, die  
aus mehreren rohrförmigen Teilabschnitten besteht.

15

Insbesondere ist die Erfindung nicht beschränkt auf  
Vorrichtungen, deren relevante Komponenten die genannten  
Bezeichnungen „Gradientenspulenbaugruppe“ und  
„Grundfeldmagnetbaugruppe“ bzw. „Kernspintomograph“ führen.  
20 So betrifft die Erfindung beispielsweise selbstverständlich  
auch einen „Magnetresonanztomographen“. Außerdem bezieht  
sich die Erfindung auf die Verwendung der beschriebenen  
Verbindungsvorrichtung.

25 Eine Domäne der Kernspintomographie ist die Diagnostik von  
Erkrankungen des zentralen Nervensystems. Besonders  
Hirninfarkte und Anfangsstadien der multiplen Sklerose  
lassen sich mit dieser Methode früher erkennen als mit der  
Computertompgraphie. Dabei arbeitet die Kernspintomographie  
30 ohne Anwendung ionisierender Strahlung. So ist trotz der  
hohen Kosten die Kernspintomographie heute in vielen großen  
Krankenhäusern und Praxen ein Standardinstrument.

Die Kernspintomographie nutzt die sogenannte  
35 Kernspinresonanz von Atomkernen in einem magnetischen Feld

unter Einstrahlung elektromagnetischer Wellen. Die zur Anregung der Atomkerne erforderlichen elektromagnetischen Wellen werden von Hochfrequenzspulen erzeugt, die gepulste Wellen aussenden. In den Pausen empfangen sie die von den  
5 angeregten Atomkernen ausgesandte Kernspinresonanz.

Um mehrdimensionale Körperschnitte bildlich darstellen zu können, muss der Ort des Ursprungs der ausgesandten Welle bestimmt werden. Dazu addiert man zu dem bestehenden  
10 konstanten Magnetfeld, dem „Grund(magnet)feld“ ein weiteres Magnetfeld, das „Gradient-(Magnet)feld“, das an jedem Ort eine andere Größe besitzt. Dieses Gradient-Magnetfeld wird von den Gradientenspulen erzeugt. Strahlt man gleichzeitig  
15 Wellen verschiedener Energien ein, so besitzen auch die ausgesandten Wellen unterschiedliche Energien. Weil jede Energie der ausgesandten Wellen abhängig vom Magnetfeld ist und dieses Magnetfeld an jedem Ort im Körper verschieden ist, kann die ausgesandte Welle so einem bestimmten Ort im Körper zugeordnet werden.

20 Beim Betrieb eines Kernspintomographen erzeugt die Grundfeldmagnetbaugruppe ein statisches Grundfeld in der Größenordnung von etwa 0,25 bis 3 Tesla (T). Die Gradientenspulenbaugruppe weist üblicherweise mehrere  
25 Spulen auf, um drei senkrecht zueinander stehende Magnetfeldgradienten zu erzeugen. Typische Werte für die von den Gradientenspulen erzeugten Feldstärken liegen bei bis zu circa 60 Millitesla pro Meter (mT/m).

30 Jede Gradientenspule wird typischerweise von einem impulsförmigen Strom in einer Größenordnung von bis zu 300 Ampere (A) mit Anstiegszeiten von weniger als einer Millisekunde (ms) durchflossen. Dabei wirken im magnetischen Grundfeld auf die Leiter der Gradientenspulen  
35 Lorentz-Kräfte, die sich entsprechend dem Stromfluss durch

die Gradientenspulen zyklisch ändern. Diese Kräfte regen die Gradientenspulenbaugruppe zu Schwingungen an. Die dabei auftretenden Kräfte sind so groß, dass bei der Messung auch erhebliche Geräuschbelastungen von bis zu über 100 dezibel  
5 (dB) für einen Menschen im Kernspintomographen entstehen.

Ein Kernspintomograph weist üblicherweise eine zylinderförmige Öffnung auf, die im Wesentlichen von der Grundfeldmagnetbaugruppe begrenzt ist. In dieser Öffnung  
10 ist eine Gradientenspulenbaugruppe zu positionieren und in ihrer Lage zu fixieren. Dabei spielt eine möglichst präzise Lagefixierung eine wichtige Rolle im Hinblick auf die Ortsauflösung bei der Messung mit einem Kernspintomographen. Diese steht wiederum in unmittelbarem  
15 Zusammenhang mit der Qualität des Messergebnisses.

Die Gradientenspulenbaugruppe weist üblicherweise eine im Wesentlichen zylinderförmige Gestalt auf. Im Inneren befindet sich dabei die Liege für einen zu untersuchenden  
20 Menschen.

Aus den oben angeführten Gründen ist man bestrebt, die Gradientenspulenbaugruppe möglichst präzise gegenüber der Grundfeldmagnetbaugruppe zu positionieren und in dieser  
25 Lage zu fixieren.

Aus der DE 197 22 481 C2 ist ein Kernspintomograph bekannt, der eine Geräuschminderungseinrichtung zum Dämpfen der Schwingungen der Gradientenspulenbaugruppe aufweist. In  
30 einer Ausgestaltung dieser Erfindung wird die Gradientenspulenbaugruppe durch mehrere diskrete Keile gegenüber der Grundfeldmagnetbaugruppe fixiert.

Durch die Anwendung mehrerer Keile ist die Positionierung  
35 und die Montage der Gradientenspulenbaugruppe dabei relativ

aufwendig und zeitintensiv. Außerdem entstehen durch die Anwendung der Keile diskrete Kräfte, die quasi-punktuell an der entsprechenden Stirnseite der Gradientenspulenbaugruppe angreifen. Dies kann Verformungen der

- 5 Gradientenspulenbaugruppe hervorrufen und Quelle für Messungenauigkeiten sein.

- 10 Alternativ wird nach dem Stand der Technik die Gradientenspulenbaugruppe mittels Schraubverbindungen gegenüber der Grundfeldmagnetbaugruppe fixiert. Auch hierbei kann der letztgenannte Nachteil auftreten, da die Kräfte diskret an der Gradientenspulenbaugruppe angreifen.

- 15 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Verbindungsvorrichtung zur Lagefixierung einer Gradientenspulenbaugruppe in einer Grundfeldmagnetbaugruppe eines Kernspintomographen bereitzustellen, mit der die Gradientenspulenbaugruppe gegenüber dem Grundfeldmagneten derart fixiert wird, dass die Gradientenspulenbaugruppe  
20 einfach und dennoch in dem Grundfeldmagneten positioniert und fixiert werden kann.

- 25 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs gelöst. Die abhängigen Ansprüche bilden den zentralen Gedanken der Erfindung in besonders vorteilhafter Weise weiter.

- 30 Gemäß der Erfindung erfolgt die Lagefixierung der Gradientenspulenbaugruppe mittels eines Klemmelementes, das ringförmig ausgestaltet ist und auf einer Stirnseite der Gradientenspulenbaugruppe in den Zwischenraum zwischen der Gradientenspulenbaugruppe und die Grundfeldmagnetbaugruppe geklemmt ist.

Das Klemmelement weist dabei eine kegelabschnittsförmige beziehungsweise konische Innenfläche auf. Diese Innenfläche ist so gestaltet, dass sich ihr größter Durchmesser entweder direkt an der zur Gradientenspulenbaugruppe weisenden Stirnseite oder jedenfalls sehr nahe dieser Stirnseite befindet.

Der kleinste Durchmesser der konischen Innenfläche befindetet sich weiter von der zur Gradientenspulenbaugruppe weisenden Stirnseite entfernt, beispielsweise etwa im mittleren Abschnitt zwischen den beiden Stirnseiten des Klemmelementes. Auf jeden Fall ist die Innenfläche so gestaltet, dass sie in den Zwischenraum zwischen der Gradientenspulenbaugruppe und der Grundfeldmagnetbaugruppe eingeführt werden kann.

Auf seiner Außenseite kann das Klemmelement zylindrisch geformt sein, so dass es im Wesentlichen formschlüssig mit der Innenseite der Öffnung in Verbindung steht.

Wird das Klemmelement nun in den Zwischenraum zwischen der Gradientenspulenbaugruppe und die Grundfeldmagnetbaugruppe geklemmt, wird durch die beiden genannten Flächen eine Keilwirkung hervorgerufen. Diese führt zu einer Versteifung der Gradientenspulenbaugruppe. Eine Schwingungsminderung der Gradientenspulenbaugruppe ist die Folge und außerdem eine damit verbundene Lärmreduktion.

Das Klemmelement stellt im Wesentlichen einen zusammenhängenden, einstückigen Körper dar, der allerdings Bohrungen aufweisen kann. Diese Bohrungen können beispielsweise für Stromanschlüsse oder Anschlüsse für Kühlvorrichtungen vorgesehen sein.

Das Klemmelement kann für derlei Zwecke auch einen Spalt aufweisen. In diesem Fall stellt das Klemmelement eine Art „Spange“ dar.

- 5 Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung weist die Gradientenspulenbaugruppe an der Stirnseite, die dem Klemmelement zugewandt ist, eine kegelabschnittförmige Außenfläche auf, die zu der kegelabschnittförmigen Innenfläche des Klemmelementes derart kongruent ist, dass  
10 das Klemmelement mit seiner Innenfläche und die Gradientenspulenbaugruppe mit der genannten Außenfläche eine gemeinsame formschlüssige Kontaktfläche bilden.

- Selbstverständlich kann diese Kontaktfläche auch nur Teile  
15 der Innenfläche des Klemmelementes und/oder der Außenfläche der Gradientenspulenbaugruppe umfassen. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn die Innenfläche des Klemmelementes in den Zwischenraum zwischen Gradientenspulenbaugruppe und Grundfeldmagnetbaugruppe  
20 übersteht. Dies kann beispielsweise fertigungstechnische Vorteile bieten.

- Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung ist die Kontaktfläche zwischen dem Klemmelement und der  
25 Gradientenspulenbaugruppe achsensymmetrisch. Insbesondere ist der Fall hervorzuheben, das die Gradientenspulenbaugruppe und die Kontaktfläche eine gemeinsame Symmetrieachse aufweisen.

- 30 Hierdurch wird der Vorteil erzielt, dass bei der Montage der Gradientenspulenbaugruppe eine Kraft entsteht, die selbstzentrierend auf die Gradientenspulenbaugruppe wirkt.

- Vorteilhaft wird in diesem Fall von der Kontaktfläche und  
35 der Symmetrieachse ein Winkel zwischen 5 und 15 Grad

eingeschlossen. Dieser Gradbereich hat sich bisher als zweckdienlich erwiesen. Die Erfindung ist jedoch nicht auf Flächen dieses Winkelintervalls beschränkt.

- 5 Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung ist die Gradientenspulenbaugruppe und die Grundfeldmagnetbaugruppe an der Stirnseite der Gradientenspulenbaugruppe, die dem Klemmelement abgewandt ist, direkt über eine zweite Kontaktfläche formschlüssig  
10 verbunden. Diese Kontaktfläche kann ebenfalls kegelabschnittsförmig sein.

- Auch diese zweite Kontaktfläche kann achsensymmetrisch ausgestaltet sein. Insbesondere kann sie mit der  
15 Gradientenspulenbaugruppe eine gemeinsame Symmetrieachse aufweisen. Dies bietet wiederum Vorteile im Hinblick auf eine selbstzentrierende Positionierung der Gradientenspulenbaugruppe beim Einbau derselben.

- 20 Auch die zweite Kontaktfläche kann vorteilhaft mit der Symmetrieachse einen Winkel zwischen 5 und 15 Grad einschließen. Die Erfindung ist wiederum nicht auf Flächen dieses Winkelintervalls beschränkt.

- 25 Bei der Positionierung der Gradientenspulenbaugruppe wird für die Verklemmung des Klemmelementes zwischen den beiden Baugruppen eine Kraft auf das Klemmelement ausgeübt, durch die sich das Klemmelement in dem Spalt zwischen der Gradientenspulenbaugruppe und der Grundfeldmagnetbaugruppe  
30 in einer Endposition verkeilt. Dies bewirkt die oben genannte Versteifung der Gradientenspulenbaugruppe.

- Vorteilhaft wird das Klemmelement in dieser Position mittels Bolzen und/oder Schraubbolzen oder dergleichen  
35 gehalten. Diese Bolzen können beispielsweise an der

Grundfeldmagnetbaugruppe angebracht sein, und - bei symmetrischer Ausgestaltung - auf das Klemmelement die Kraft parallel zur Symmetrieachse in Richtung auf die Gradientenspulenbaugruppe bewirken.

5

Vorteilhaft ist das Klemmelement aus einem elektrisch nicht leitfähigem Material gefertigt.

Beispielsweise kann das Klemmelement aus einem  
10 Glashartgewebe auf Epoxidbasis angefertigt sein,  
beispielsweise aus Hartgewebe 2372 („HGW 2372“).

Die Erfindung bezieht sich darüber hinaus auf einen  
Kernspintomographen, der eine Verbindungsvorrichtung gemäß  
15 der vorliegenden Erfindung aufweist und auf eine Verwendung  
einer solchen Verbindungsvorrichtung.

Weitere Merkmale, Vorteile und Eigenschaften sollen nunmehr  
anhand einer detaillierten Beschreibung eines  
20 Ausführungsbeispiels und bezugnehmend auf die Figuren der  
beigefügten Zeichnungen erläutert werden.

Fig. 1 zeigt die Teile eines Kernspintomographen im  
Längsschnitt, und  
25

Fig. 2 zeigt die entsprechenden Teile eines  
Kernspintomographen im Querschnitt.

Fig. 1 zeigt die für die Erfindung wesentlichen Komponenten  
30 eines Kernspintomographen im Längsschnitt, Fig. 2 diese  
Komponenten im Querschnitt. Die Gradientenspulenbaugruppe 2  
wird in der Grundfeldmagnetbaugruppe 1 durch die  
erfindungsgemäße Verbindungsvorrichtung lagefixiert  
gehalten. An einer Stirnseite 21 der  
35 Gradientenspulenbaugruppe 2 steht die

Gradientenspulenbaugruppe 2 über ein Klemmelement 3 mit der Grundfeldmagnetbaugruppe 1 in Kontakt. Auf der gegenüberliegenden Stirnseite 22 der Gradientenspulenbaugruppe 2 steht die

5 Gradientenspulenbaugruppe 2 mit der Grundfeldmagnetbaugruppe 1 direkt in Kontakt.

Das Klemmelement 3 ist ringförmig ausgebildet, wobei der Außendurchmesser 40 des Klemmelementes 3 dem

10 Innendurchmesser 40 der Grundfeldmagnetbaugruppe 1 entspricht.

Auf seiner Außenseite ist das Klemmelement 3 zylinderförmig geformt, so dass es in die Öffnung 15 der

15 Grundfeldmagnetbaugruppe 1 geschoben werden kann.

An seiner Innenseite weist das Klemmelement 3 eine kegelstumpfförmige, also konische Innenfläche auf. Diese erstreckt sich von derjenigen Stirnseite 31 des

20 Klemmelementes 3, die der Gradientenspulenbaugruppe 2 zugewandt ist bis zu einer Höhe im Bereich zwischen den beiden Stirnseiten 31, 32 des Klemmelementes 3. Es ist aber auch möglich, dass sich diese Innenfläche bis zur gegenüberliegenden Stirnseite 32 erstreckt.

25 Der größte Durchmesser dieser Innenfläche ist gemäß diesem Ausführungsbeispiel etwas kleiner als der Außendurchmesser 40 des Klemmelementes. Ein typischer Wert für den Abstand zwischen der Außenfläche der Gradientenspulenbaugruppe 2

30 und der Grundfeldmagnetbaugruppe 1 liegt beispielsweise im Bereich von etwa fünf bis zehn Millimeter (mm).

Zwischen der Höhe des kleinsten Durchmessers 41 der konischen Innenfläche des Klemmelementes 3 und der

35 gegenüberliegenden Stirnseite 32 des Klemmelementes 3 ist

die Innenseite des Klemmelementes 3 gemäß diesem Ausführungsbeispiel in Form einer zweiten Innenfläche 7 zylindrisch gestaltet, wobei der Innendurchmesser 41 dieser zweiten Innenfläche 7 dem kleinsten Durchmesser 41 der konischen Innenfläche entspricht.

Die Gradientenspulenbaugruppe 2 ist im Wesentlichen rohrförmig gestaltet. Fig. 2 zeigt ihren Innendurchmesser 43. Dieser ist so groß, dass die Liege für einen zu untersuchenden Menschen im Inneren der Gradientenspulenbaugruppe 2 Platz findet.

Die Gradientenspulenbaugruppe 2 weist auf ihrer dem Klemmelement 3 zugewandten Stirnseite 21 eine konische Außenfläche auf, die zur konischen Innenfläche des Klemmelementes 3 derart kongruent gestaltet ist, dass sich nach Verkeilung des Klemmelementes 3 zwischen die Gradientenspulenbaugruppe 2 und die Grundfeldmagnetbaugruppe 1 eine flächige formschlüssige Verbindung 4 entsteht.

Damit eine Verkeilung des Klemmelementes 3 möglich ist, ist der größte Durchmesser der konischen Innenfläche des Klemmelementes 3 größer als der kleinste Durchmesser 41 der konischen Außenfläche der Gradientenspulenbaugruppe 2.

Die konische Innenflächen des Klemmelementes 3 und die konische Außenfläche der Gradientenspulenbaugruppe 2 sind derart achsensymmetrisch gestaltet, dass sie mit der Gradientenspulenbaugruppe 2 die Symmetrieachse 10 gemeinsam haben. Dadurch wirken bei der Verkeilung des Klemmelementes 3 bei der Montage der Gradientenspulenbaugruppe 2 selbstzentrierende Kräfte. Dies ist besonders vorteilhaft im Hinblick auf eine zeitsparende Montage und präzise Positionierung der Gradientenspulenbaugruppe 2.

Die Neigung der Kontaktfläche 4 bezüglich der Symmetrieachse 10 kann dabei in einem Winkelbereich zwischen 5 und 15 Grad liegen.

5

Das Klemmelement besteht bevorzugt aus einem elektrisch nicht leitendem Material mit einer hohen mechanischen Festigkeit wie zum Beispiel HGW 2372.

10 Nicht dargestellt in Fig. 1 und Fig. 2 sind etwaige Löcher in dem Klemmelement 5, durch die beispielsweise Stromanschlüsse oder Anschlüsse für Kühlvorrichtungen, so wie sie für Gradientenspulen typischerweise nötig sind, vorgesehen sind.

15

Auch ist es denkbar, dass für derlei Anschlüsse das Klemmelement nicht in Form eines geschlossenen Ringes vorliegt, sondern eines Ringes der einen Spalt aufweist, durch den diese Anschlüsse gelegt werden können. In diesem Fall bildet das Klemmelement 3 keinen geschlossenen Ring, sondern stellt eine Art Spange dar.

20

Im gezeigten Beispiel steht - wie oben erwähnt - die Gradientenspulenbaugruppe 2 und die Grundfeldmagnetbaugruppe 1 auf der Stirnseite 22 der Gradientenspulenbaugruppe 2, die dem Klemmelement 3 abgewandt ist, direkt über eine formschlüssige Kontaktfläche 6 miteinander in Kontakt. Diese Kontaktfläche kann ebenfalls kegelabschnittförmig und insbesondere achsensymmetrisch geformt sein, wobei die Gradientenspulenbaugruppe 2 und diese Kontaktfläche 6 eine gemeinsame Symmetrieachse 10 aufweisen.

25

30

Im gezeigten Beispiel weist auch diese Kontaktfläche 6 mit der Symmetrieachse 10 einen Winkelbereich von etwa 5 bis 15

35

Grad auf, wobei die Erfindung nicht auf Kontaktflächen beschränkt ist, die durch diesen Winkelbereich ausgezeichnet sind. Durch eine achsensymmetrische Form der Kontaktfläche 6 wird eine exakte Positionierung bei der

5 Verbindungsherstellung zwischen der Gradientenspulenbaugruppe 2 und der Grundfeldmagnetbaugruppe 1 wesentlich durch ein selbstzentrierendes Moment erleichtert.

10 Bei der Positionierung der Gradientenspulenbaugruppe 2 wird diese zunächst in die Öffnung 15 der Grundfeldmagnetbaugruppe 1 eingeführt und die Kontaktfläche 6 hergestellt. Anschließend wird dann das Klemmelement gegen die Gradientenspulenbaugruppe 2 mit einer Kraft  $F_{11}$

15 gedrückt, bis die Gradientenspulenbaugruppe 2 aufgrund der Form der Kontaktflächen 4 und 6 sich selbst zentrierend positioniert hat.

Vorteilhaft kann das Klemmelement 3 in dieser Position

20 durch Bolzen beispielsweise Schraubenbolzen gehalten werden, die beispielsweise an der Grundfeldmagnetbaugruppe 1 angebracht sein können.

Die Vorteile der Erfindung können wie folgt zusammengefasst

25 werden:

- Durch die im Wesentlichen ringförmige Verspannung der rohrförmigen Gradientenspulenbaugruppe erfolgt eine Versteifung der Gradientenspulenbaugruppe.
- Die Versteifung der Gradientenspulenbaugruppe führt zu
- 30 einer Schwingungsminderung und zu einer Lärmreduktion
- Verglichen mit herkömmlichen Methoden wird durch die Erfindung eine erhebliche Zeitersparnis bei der Montage der Gradientenspulenbaugruppe in der Grundfeldmagnetbaugruppe ermöglicht. Es sind aufgrund der

einstückigen Ausbildung des Ringkeils nur vergleichsweise wenige Arbeitsschritte zur Fixierung nötig.

- Durch die Erfindung kann eine zeitaufwändige Positionierung der Gradientenspulenbaugruppe nach dem Stand der Technik entfallen, da die Vorrichtung  
5 selbstzentrierend gestaltet werden kann.

**Patentansprüche**

1. Verbindungsvorrichtung zur Lagefixierung einer  
5 Gradientenspulenbaugruppe (2) in einer  
Grundfeldmagnetbaugruppe (1) eines Kernspintomographen,  
wobei die Gradientenspulenbaugruppe (2) eine im  
Wesentlichen zylinderförmige Außenfläche (20) aufweist  
und die Grundfeldmagnetbaugruppe (1) eine im  
10 Wesentlichen zylinderförmige Öffnung (15) derart  
aufweist, dass sich im lagefixierten Zustand die  
zylinderförmige Außenfläche (20) im Inneren der Öffnung  
(15) befindet und von der Außenfläche (20) und der  
15 Öffnung (15) ein im Wesentlichen rohrförmiger  
Zwischenraum (12) begrenzt wird,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Verbindungsvorrichtung ein im Wesentlichen  
geschlossenes ringförmiges Klemmelement (3) mit einer  
20 konischen Innenfläche ist, das auf einer Stirnseite  
(21) der Gradientenspulenbaugruppe (2) zwischen die  
Gradientenspulenbaugruppe (2) und die  
Grundfeldmagnetbaugruppe (1) geklemmt ist.
2. Verbindungsvorrichtung nach Anspruch 1,  
25 dadurch gekennzeichnet,  
dass das Klemmelement (3) Bohrungen und/oder einen  
Spalt aufweist.
3. Verbindungsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,  
30 dadurch gekennzeichnet,  
dass die Gradientenspulenbaugruppe (2) an der dem  
Klemmelement (3) zugewandten Stirnseite (21) eine  
konische Außenfläche aufweist, die zur konischen

Innenfläche des Klemmelementes (3) wenigstens teilweise derart kongruent ist, dass das Klemmelement (3) mit der konischen Innenfläche und die Gradientenspulenbaugruppe (2) mit der konischen Außenfläche eine gemeinsame  
5 formschlüssige erste Kontaktfläche (4) bilden.

4. Verbindungsvorrichtung nach Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die erste Kontaktfläche (4) achsensymmetrisch ist.  
10

5. Verbindungsvorrichtung nach Anspruch 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die erste Kontaktfläche (4) mit der Symmetrieachse  
(10) einen Winkel zwischen 5 und 15 Grad einschließt.  
15

6. Verbindungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis  
5,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Gradientenspulenbaugruppe (2) und die  
20 Grundfeldmagnetbaugruppe (1) an der dem Klemmelement  
(3) abgewandten Stirnseite der  
Gradientenspulenbaugruppe (2) direkt über eine konische  
zweite Kontaktfläche (6) formschlüssig verbunden sind.

25 7. Verbindungsvorrichtung nach Anspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die zweite Kontaktfläche (6) achsensymmetrisch  
ist.

30 8. Verbindungsvorrichtung nach Anspruch 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die zweite Kontaktfläche (6) mit der  
Symmetrieachse (10) einen Winkel zwischen 5 und 15 Grad

einschließt.

9. Verbindungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis  
8,  
5 dadurch gekennzeichnet,  
dass das Klemmelement (3) mittels Bolzen und/oder  
Schraubenbolzen zwischen der Gradientenspulenbaugruppe  
(2) der Grundfeldmagnetbaugruppe (1) geklemmt gehalten  
wird.
10. Verbindungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis  
9,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Klemmelement (3) aus einem elektrisch nicht  
15 leitfähigen Material gefertigt ist.
11. Verbindungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis  
10,  
dadurch gekennzeichnet,  
20 dass das Klemmelement (3) aus einem Glashartgewebe auf  
Epoxidbasis gefertigt ist.
12. Kernspintomograph,  
25 dadurch gekennzeichnet,  
dass er eine Verbindungsvorrichtung nach einem der  
Ansprüche 1 bis 11 aufweist.
- 30 13. Verwendung einer Verbindungsvorrichtung nach einem der  
Ansprüche 1 bis 11.

### Zusammenfassung

Bei der Positionierung und Fixierung einer Gradientenspulenbaugruppe (2) in dem Grundfeldmagnet (1) eines Kernspintomographen wird ein ringförmiges Klemmelement (3) an einer Stirnseite (21) der Gradientenspulenbaugruppe (2) zwischen die Gradientenspulenbaugruppe (2) und den Grundfeldmagnet (1) geklemmt. Das Klemmelement (3) weist dabei eine konische Innenfläche auf, über die es mit der Gradientenspulengruppe (2) formschlüssig in Kontakt (4) steht. Die konische Innenfläche kann achsensymmetrisch gestaltet sein, so dass sie bei der Positionierung selbstzentrierende Kräfte auf die Gradientenspulenbaugruppe (2) bewirkt. Dies ist vorteilhaft im Hinblick auf eine zeitsparende und präzise Montage. Durch den ringförmigen Kontakt zwischen dem Klemmelement (3) und der Gradientenspulenbaugruppe (2) wird eine Verspannung der Gradientenspulenbaugruppe (2) bewirkt, die neben einer Schwingungsminderung auch eine Lärmreduktion bewirkt.

<Fig. 1>

1/2

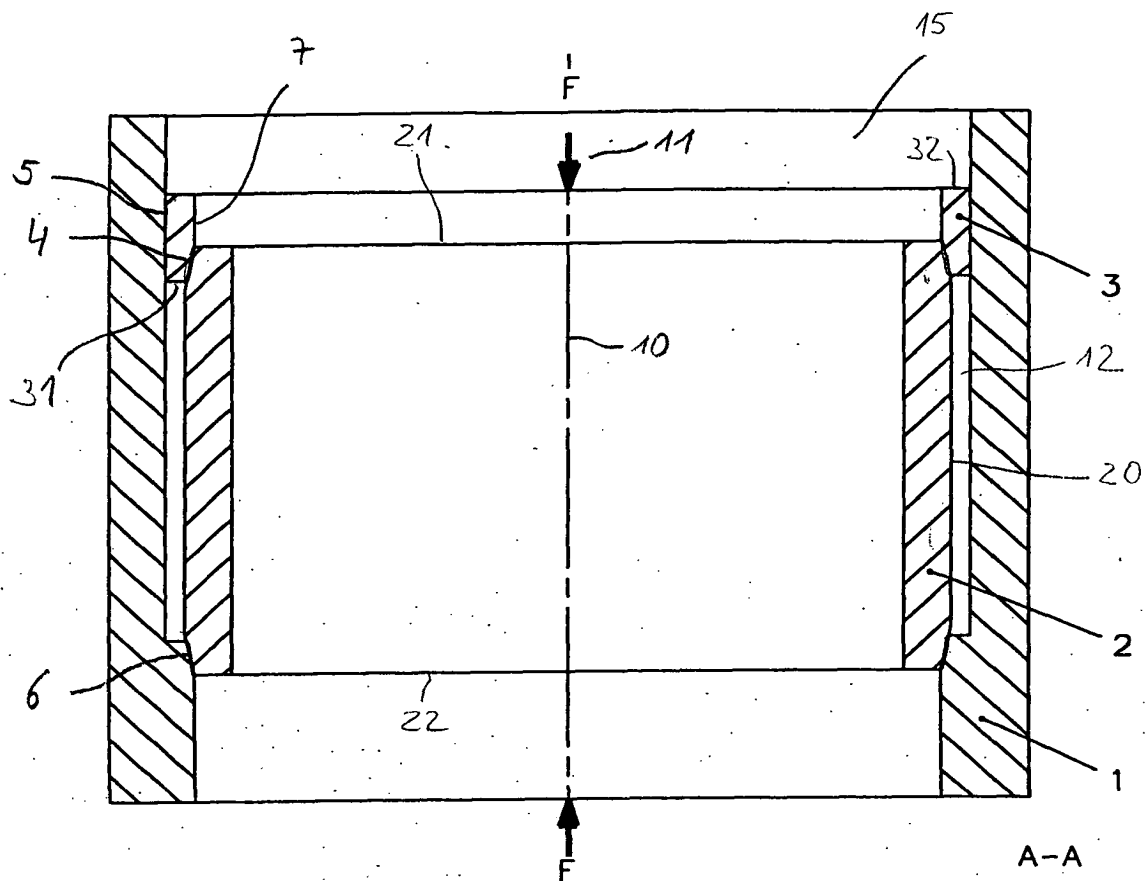


Fig. 1

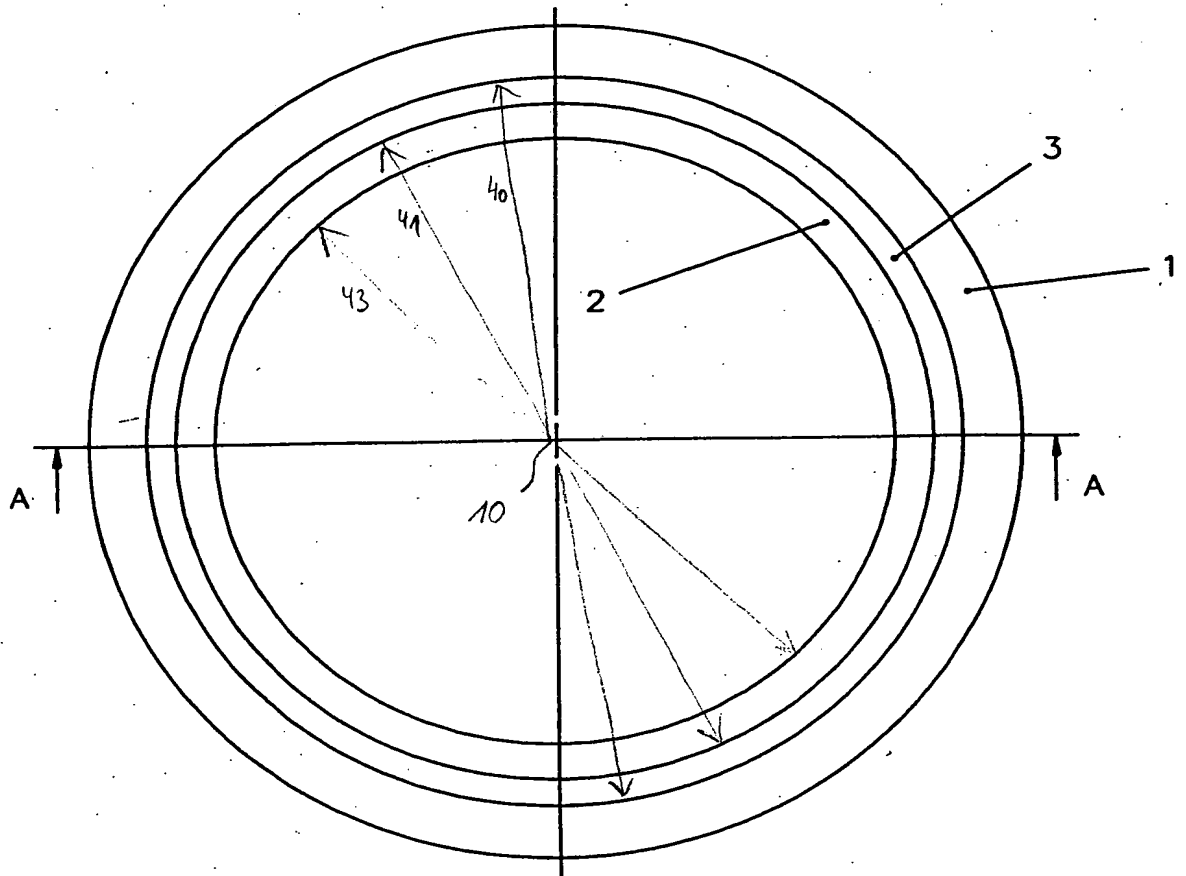


Fig. 2